

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу број 612-456-11/2012, од 04. 07. 2012. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата дипл. инж. маш. Милоша Ј. Мадића, под називом:

МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ЛАСЕРСКОГ СЕЧЕЊА ПРИМЕНОМ МЕТОДА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ

На основу документације приложене уз пријаву докторске дисертације, односно, образложења теме докторске дисертације, биографије кандидата, публикованих научних и стручних радова и квантификације досадашњег научног рада кандидата, чланови Комисије подносе следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Милош Мадић, дипл. инж. маш., истраживач сарадник Машинског факултета Универзитета у Нишу, поднео је 15.05.2012. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу пријаву и захтев за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

Наведена пријава је формално у складу са одредбама из Члана 27. Правилника о докторским академским студијама Машинског факултета Универзитета у Нишу.

1. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

1.1. Лични подаци

Кандидат Милош Ј. Мадић, дипл. инж. маш., истраживач сарадник Машинског факултета Универзитета у Нишу, рођен је 14.05.1981. године у Нишу. Ожењен је, живи и ради у Нишу.

1.2. Подаци о досадашњем образовању

Кандидат је основну школу и гимназију „Бора Станковић”, природно-математичког смера, завршио у Нишу са одличним успехом. Школске 2000/01 уписао је студије на Машинском факултету Универзитета у Нишу, и исте завршио 7. јула 2006. године са просечном оценом 9.18 (девет и 18/100), одбранивши дипломски рад под називом „Примена Монте Карло методе у моделирању и симулацији логистичких процеса” са оценом 10. По дипломирању, од марта до децембра регулисао је војну обавезу, у оквиру цивилног служења на Машинском факултету Универзитета у Нишу, у Лабораторији за машине алатке и машинску обраду.

Школске 2007/08 уписао је академске докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Нишу на студијском програму Информационо-производне технологије и менаџмент. На докторским студијама је положио све испите предвиђене наставним планом докторских студија са просечном оценом 10.

Кандидат влада енглеским језиком и служи се немачким језиком.

1.3. Професионална каријера

Као стипендиста Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије (од 2008. до 2011. године) учествовао је у реализацији научно истраживачких пројеката, финансираних од стране Министарства за науку и технологију Републике Србије, на

Машинском факултету Универзитета у Нишу. На обележавању 50. годишњице постојања и рада Машинског факултета Универзитета у Нишу 2. фебруара 2010. године, проглашен је за најбољег студента на докторским студијама. Новембра 2010. године изабран је у звање истраживач сарадник, а од јануара 2012. године запослен је на Машинском факултету Универзитета у Нишу као истраживач сарадник. Од јануара 2011. године учествује у реализацији научно-истраживачког пројекта у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије ТР35034 „Истраживање примене савремених неконвенционалних технологија у производним предузећима са циљем повећања ефикасности коришћења, квалитета производа, смањења трошкова и уштеде енергије и материјала” чији је руководилац др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу који је и ментор кандидата.

Током досадашњег рада био је учесник више научно-стручних скупова. Објавио је (као аутор или коаутор) више од четрдесет научно-стручних радова на националним и међународним конгресима, као и у научним часописима са SCI (Science Citation Index) листе.

Ужа научна област истраживања кандидата обухвата математичко моделирање обрадних процеса применом неуронских мрежа и оптимизацију обрадних процеса применом метода вештачке интелигенције и Тагучијеве методе.

2. ПРЕГЛЕД И МИШЉЕЊЕ О ДОСАДАШЊЕМ НАУЧНОМ И СТРУЧНОМ РАДУ КАНДИДАТА

Милош Модић је у својој пријави теме докторске дисертације приложио списак од 45 референци. Кандидат је до сада публиковао 42 рада, од чега 4 рада у међународним часописима са SCI листе, 17 радова у часописима националног и међународног значаја ван SCI листе, 16 радова на међународним конференцијама и 5 радова на скуповима од националног значаја. Током своје професионалне каријере учествовао је у реализацији три научно-истраживачка пројекта у оквиру Програма технолошког развоја, које финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Вредновањем приложених референци кандидата утврђена је вредност коефицијената компетентности од 63.5 поена.

2.1. Научно-стручни радови

а) радови у часописима међународног значаја

2.1.1. **Madić M., Radovanović M.: Comparative modeling of CO₂ laser cutting using multiple regression analysis and artificial neural network**, International Journal of Physical Sciences, Vol. 7, No. 16, 2012, pp. 2414-2421, ISSN 1992-1950. (M22)

2.1.2. **Madić M., Radovanović M.: Investigation into the effect of the cutting parameters on the burr height in CO₂ laser nitrogen cutting of AISI 304 stainless steel**, Metalurgia International, Vol. 17, No. 7, 2012, pp. 74-78, ISSN 1582-2214. (M23)

2.1.3. Marinković V., **Madić M.: Optimization of surface roughness in turning alloy steel by using Taguchi method**, Scientific Research and Essays, Vol. 6, No. 16, 2011, pp. 3474-3484, ISSN 1992-2248. (M23)

2.1.4. Marković D., **Madić M., Petrović G.: Assessing the performance of improved harmony search algorithm (IHSA) for the optimization of unconstrained functions using Taguchi experimental design**, Scientific Research and Essays, Vol. 7, No. 12, 2012, pp. 1312-1318, ISSN 1992-2248. (M23)

б) радови у часописима верификованих посебном одлуком

2.1.5. **Madić M., Radovanović M.: Mathematical modeling and analysis of AWJ cutting of carbon steel S275JR using ANN**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 9,

No. 2, 2011, pp. 49-54, ISSN 1583-7904. (M24)

- 2.1.6. **Madić M.**, Radovanović M.: **Optimal selection of ANN training and architectural parameters using Taguchi method: a case study**, FME Transactions, Vol. 39, No. 2, 2011, pp. 79-86, ISSN 1451-2092. (M24)
- в) радови у часописима ван SCI листе, часописима националног значаја и зборницима са рецензијом
- 2.1.7. Lazarević D., **Madić M.**, Janković P., Lazarević A.: **Surface roughness minimization of polyamide PA-6 turning by Taguchi method**, Journal of Production Engineering, Vol. 15, No. 1, 2012, pp. 29-32, ISSN 1821-4932. (M53)
- 2.1.8. **Madić M.**, Radovanović M.: **Methodology of developing optimal BP-ANN model for the prediction of cutting force in turning using early stopping method**, Facta Universitatis: Series Mechanical engineering, Vol. 9, No. 1, 2011, pp. 21-32, ISSN 0354-2025. (M51)
- 2.1.9. **Madić M.**, Radovanović M.: **Methodology of neural network based modeling of machining processes**, IMK-14 Istraživanje i razvoj, Vol. 17, No. 1, 2011, pp. 11-16, ISSN 0354-6829. (M53)
- 2.1.10. **Madić M.**, Radovanović M.: **Some possibilities of using DOE in setting ANN parameters: an application in modeling of abrasive waterjet cutting**, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, Vol. 3, No. 2, 2011, pp. 55-60, ISSN 2067-3604. (M53)
- 2.1.11. **Madić M.**, Radovanović M.: **Experimental investigations of CO₂ laser cut quality: a review**, Nonconventional Technologies Review, Vol. 15, No. 4, 2011, pp. 35-42, ISSN 1454-3087. (M51)
- 2.1.12. Radovanović M., **Madić M.**: **Modeling the plasma arc cutting process using ANN**, Nonconventional Technologies Review, Vol. 15, No. 4, 2011, pp. 43-48, ISSN 1454-3087. (M51)
- 2.1.13. Radovanović M., **Madić M.**: **Modeling of surface roughness using MRA and ANN method**, Annals of the Oradea University - Fascicle of Management and Technological Engineering, Vol. 10, No. 20, 2011, pp. 281-286, ISSN 1583-0691. (M51)
- 2.1.14. **Madić M.**, Marinković V.: **Assessing the sensitivity of the artificial neural network to experimental noise: a case study**, FME Transactions, Vol. 38, No. 4, 2010, pp. 189-195, ISSN 1451-2092. (M51)
- 2.1.15. Radovanović M., **Madić M.**: **Methodology of neural network based modeling of machining processes**, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, Vol. 2, No. 2, 2010, pp. 77-82, ISSN 2067-3604. (M53)
- 2.1.16. **Madić M.**, Radovanović M.: **Modern optimization methods for machining**, IMK-14 Istraživanje i razvoj, Vol. 16, No. 4, 2010, ISSN 0354-6829. (M51)
- 2.1.17. Radovanović M., **Madić M.**: **Comparison of MRA and ANN modeling of cutting force when turning AISI 1043 steel**, Innovative Technology - Tehnologija Inovativa, Revista Constructia de Masini, Vol. 62, No. 3, 2010, pp. 9-15, ISSN 0573-7419. (M51)
- 2.1.18. **Madić M.**, Radovanović M., Lazarević D.: **Artificial neural networks in non-conventional machining processes**, Innovative Technology - Tehnologija Inovativa, Revista Constructia de Masini, Vol. 62, No. 2, 2010, pp. 17-22, ISSN 0573-7419. (M51)
- 2.1.19. Radovanović M., Rancić B., **Madić M.**: **Modeling of main cutting force in dry longitudinal turning using design of experiments**, Optimum Technologies, Technologic Systems and Materials in the Machines Building Field, Vol. 15, No. 1, 2009, pp. 5-11, ISSN 1224-7499. (M53)
- 2.1.20. **Madić M.**, Radovanović M.: **Artificial neural networks and their application in manufacturing processes**, IMK-14 Istraživanje i razvoj, Vol. 32-33, No. 3-4, 2009, pp. 39-44, ISSN 0354-6829. (M51)
- 2.1.21. Radovanović M., **Madić M.**, Janković P.: **Comparison of regression model and artificial**

neural network model for predicting the main cutting force by turning, Buletinul Institutului Politehnic din Iasi Publicat de Universitatea Tehnica Gh. Asachi, Vol. 54(58), No. 18, 2009, pp. 95-104, ISSN 1011-2855. (M51)

г) радови саопштени на међународним скуповима

- 2.1.22. Madić M., Radovanović M.: **Mathematical model of AWJ cutting of carbon steel S275JR based on ANN**, 5th International Conference on Manufacturing Science and Education - MSE 2011, (ISSN 1843-2522), Sibiu, 2.-5.06.2011., Romania, pp. 35-38. (M33)
- 2.1.23. Radovanović M., Madić M.: **A study on traverse rate of separation cut in abrasive water jet cutting of carbon steel S275JR using regression analysis method**, 5th International Conference on Manufacturing Science and Education - MSE 2011, (ISSN 1843-2522), Sibiu, 2.-5.06.2011., Romania, pp. 227-230. (M33)
- 2.1.24. Radovanović M., Madić M., Slatineanu L.: **GA based regression estimator for traverse rate in abrasive water jet cutting**, 11th International Scientific Conference - UNITECH'11, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 18.-19.11.2011., Bulgaria, pp. II-421-424. (M33)
- 2.1.25. Madić M., Radenković G., Radovanović M.: **Prediction of mechanical properties and machinability of cast copper alloys using ANN approach**, 34th International Conference on Production Engineering - ICPE2011, (ISBN 978-86-6055-019-6), Niš, 28.-30.9.2011., pp. 69-72. (M33)
- 2.1.26. Kovačević M., Madić M., Marinković V.: **Software prototype for analyzing manufacturing process models**, 34th International Conference on Production Engineering - ICPE2011, (ISBN 978-86-6055-019-6), Niš, 28.-30.9.2011., pp. 45-48. (M33)
- 2.1.27. Lazarević D., Janković P., Madić M., Lazarević A.: **Study on surface roughness minimization in turning of polyamide PA-6 using Taguchi method**, 34th International Conference on Production Engineering - ICPE2011, (ISBN 978-86-6055-019-6), Niš, 28.-30.9.2011., Serbia, pp. 515-518. (M33)
- 2.1.28. Marković D., Madić M., Stojković S.: **Simulation of self-organizing maps for solving travelling salesman problem**, 7th International Conference Research and Development of Mechanical Elements and Systems - IRMES 2011, (ISBN 978-86-6055-012-7), Zlatibor, 27.-28.04.2011., Serbia, pp. 145-149. (M33)
- 2.1.29. Marković D., Madić M., Marinković Z., Tomić V., Petrović G.: **Harmony search and genetic algorithms for engineering optimization: theory and practice**, 7th International Scientific Conference Heavy Machinery - HM 2011, (ISBN 978-86-82631-58-3), Vrnjaka Banja, 29.6.-2.7.2011., Serbia, pp. 43-48. (M33)
- 2.1.30. Radovanović M., Janković P., Madić M.: **Estimate of cutting data by laser cutting, abrasive water jet cutting and plasma cutting**, 10th International Scientific Conference - UNITECH'10, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 19.-20.11.2010., Bulgaria, pp. II-431-434. (M33)
- 2.1.31. Radovanović M., Madić M., Janković P.: **Modeling of machining process by neural network**, 10th International Scientific Conference - UNITECH'10, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 19.-20.11.2010., Bulgaria, pp. II-435-438. (M33)
- 2.1.32. Marković D., Madić M., Stojković S.: **Improvement of the transport organization with heuristics method**, 3rd International Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development - SED10, (ISBN 978-86-83573-17-2), Proceedings CD ROM (ISBN), Užice, 7.-8.10.2010., Serbia, pp. 96-101. (M63)
- 2.1.33. Stojković, S., Madić M., Randelović, S.: **Role of supply chain management in supplying customized products**, 4th International Conference on Mass Customization and Personalization in Central Europe - MCP-CE 2010, (ISBN 978-86-7892-277-0), Novi Sad, 22.-24.9.2010., Serbia, pp. 149-152. (M33)
- 2.1.34. Radovanović M., Madić M.: **Characteristics of high speed machining and machine tools**, 9th International Scientific Conference - UNITECH'09, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 19.-

- 20.11.2009., Bulgaria, pp. II-600-608. (M33)
- 2.1.35. **Madić M.**, Radovanović M.: **Application of artificial neural networks in manufacturing technologies**, 9th International Scientific Conference - UNITECH'09, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 19.-20.11.2009., Bulgaria, pp. II-593-599. (M33)
- 2.1.36. **Madić M.**, Lazarević D., Radovanović M.: **Application of expert systems and artificial neural networks in manufacturing**, 4th International Conference on Manufacturing Science and Education- MSE 2009, (ISSN 1843-2522), Sibiu, 4.-6.6.2009., Romania, pp. 195-198. (M33)
- 2.1.37. Radovanović M., **Madić M.**, Janković P.: **Comparasion of regression models for predicting the components of cutting force**, 8th International Scientific Conference - UNITECH'08, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 21.-22.11.2008., Bulgaria, pp. II-472-475. (M33)
- 2.1.38. Radovanović M., **Madić M.**, Janković P.: **Artificial neural network modeling of cutting force components by turning**, 8th International Scientific Conference - UNITECH'08, (ISSN 1313-230X), Gabrovo, 21.-22.11.2008., Bulgaria, pp. II-486-490. (M33)
- 2.1.39. Radovanović M., **Madić M.**: **Application of artifical neural network model for predicting the main cutting force by turning**, Nadiinist instrumentu ta optimizacija tehnologicnih sistem, Zbirnik naukovih prac, (ISBN 978-966-379-250-7), Ministerstvo osviti i nauki Ukraini, Donbaska derzavna masinobudivna akademija, Kramatorsk-Kiev, 2008, Ukraine, Vipusk 23, pp. 34-39. (M63)
- 2.1.40. Radovanović M., **Madić M.**, Janković P.: **Application of neural networks in metal cutting**, 8th International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2008, (ISBN 978-86-83803-24-3), Užice, 14.-17.9.2008., Serbia, pp. 322-328. (M63)
- 2.1.41. Marković D., **Madić M.**, Janosević D.: **Primena kohonenovih samoorganizujućih mapa na TSP**, Četvrti Simpozijum sa međunarodnim učešćem – Transport i logistika TIL 2011, (ISBN 978-86-6055-014-1), Niš, Srbija, 27.5.2011. pp. 79-82. (M63)
- 2.1.42. **Madić M.**, Stojiljković M.: **Inteligentni transportni sistemi na viljuškaru**, 30. Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem HIPNEF 2006, (ISBN 86-81505-21-1), Vrnjačka Banja, Srbija, 24.-26.5.2006., pp. 429-436. (M63)

2.2. Учесће у реализацији пројеката

- 2.2.1. **Моделирање корелација параметара процеса резања плазмом методама вештачке интелигенције.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ТР 14060. Реализација пројекта: 2008/2010. Руководилац пројекта: Проф. др Драгољуб Лазаревић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.
- 2.2.2. **Истраживање примене савремених неконвенционалних технологија у производним предузећима са циљем повећања ефикасности коришћења, квалитета производа, смањења трошкова и уштеде енергије и материјала.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ТР 35034. Реализација пројекта: 2011/2014. Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Радовановић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.
- 2.2.3. **Виртуелни коштаноглобни систем човека и његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма интегралних и интердисциплинарних истраживања, који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије. Евиденциони број пројекта: ИИИ 41017. Реализација пројекта: 2011/2014. Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић. Позиција на пројекту: истраживач-докторант.

3. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Предмет истраживања

У протеклим деценијама дошло је до развоја и примене тешко обрадивих материјала као што су титан, нерђајући челик, ватросталне легуре, алатна керамика, композитни материјали, суперлегуре итд. Ови материјали имају велику употребу у савременој индустрији због својих побољшаних технолошких карактеристика као што су висока механичка чврстоћа и тврдоћа, отпорност на високе температуре и хабање, као и корозиона постојаност. Обраду ових материјала конвенционалним технологијама прате проблеми као што су велики отпори и високе температуре у зони обраде, интензивно хабање алата као и заостали напони у изратку. Као последица, смањена је постојаност алата и квалитет обраде, док су време обраде и трошкови повећани. Све већа потражња делова од тешко обрадивих материјала сложеног облика и уских толеранција још више су интензивирали истраживања у области технологија обраде ових материјала.

Имајући у виду претходно наведено, развој и примена неконвенционалних технологија за обраду тешко обрадивих материјала добија све већи значај. Примена неконвенционалних технологија обраде подразумева коришћење енергије у директном облику. Посебна карактеристика ових метода је да не постоји непосредни контакт између алата и обратка, као и могућност концентрације велике количине енергије по јединици површине. Протеклих година дошло је до усавршања постојећих, али и развоја и увођења нових неконвенционалних технологија обраде. Свака од ових технологија са технолошког аспекта представља веома сложен физички процес на чије перформансе утиче велики број параметара. За ефикасну примену ових технологија од суштинске је важности избор оптималних параметера обраде којим се постиже висок квалитет и продуктивност уз минималне трошкове.

Једна од атрактивнијих неконвенционалних технологија обраде која све више налази примену у авио индустрији, аутомобилској индустрији и електронској индустрији је ласерско сечење. Ласерско сечење је врло ефикасна метода за прецизно контурно сечење материјала. Ласерско сечење је засновано на примени високо концентрисане светлосне енергије, добијене ласерским зрачењем, за обраду материјала топљењем или испаравањем. Како је циљ да се растопљени или испарени материјал што пре одведе из зоне реза, ласерско сечење се изводи са коаксијалном струјом помоћног гаса. Ласерско сечење је сложен процес интеракција ласерског снопа, помоћног гаса и материјала обратка. Узан рез, минимална зона топлотног утицаја, правилан профил реза, висок квалитет површине реза, минимална деформација радног предмета, висока производност, могућност сечења сложених облика, низак ниво буке, висок степен аутоматизације и флексибилност само су неке од перформанси које ова технологија пружа. Ласерски снап као алат је погодан за обраду металних материјала (угљенични челици, легирани челици, алатни и нерђајући челици, алуминијум, суперлегуре) и неметалних материјала (стакло, керамика, мермер, гранит, полимери, папир, композити, гума, текстил).

Велики број параметара утиче на процес обраде, при чему карактер утицаја одређеног параметра може бити различит узимајући у обзир интеракције са осталим параметрима. Снага ласера, брзина сечења, притисак помоћног гаса, дефокусација, врста ласера и карактеристике ласерског снопа као и карактеристике материјала и стања површине радног предмета битно утичу на перформансе процеса ласерског сечења, као што су квалитет обраде, производност и економичност.

Повећање производности и квалитета обраде паралелно са смањењем трошкова је од нарочитог значаја за произвођаче. У циљу постизања веће производности и високог квалитета производа, са прихватљивим трошковима, неопходно је изабрати оптималну комбинацију параметара процеса. Потребно је истаћи да не постоје јединствени оптимални

параметри којима би се истовремено остварила максимална производност и добио најбољи квалитет уз најниже трошкове. Са ограниченим теоријским и практичним знањима која би помогла у систематском избору, ови параметри се обично одређују на основу претходног искуства или приручника произвођача у дуготрајној процедури тзв. „пробе и грешке“. Међутим овај приступ изискује пуно новца и ангажовање радника, па опет избор оптималних параметара није загарантован. Последишно, квалитет обраде често не задовољава кориснике, са једне стране у погледу тачности облика, тачности димензија и квалитета реза, док са друге стране произвођачима ствара увећане трошкове који настају услед шкарта или додатне обраде. У том смислу од велике је важности да се квантификују релације између параметара процеса ласерског сечења и перформанси процеса математичким моделирањем како би се уз помоћ оптимизационих алгоритама идентификовали оптимални параметри ласерског сечења. Како процес ласерског сечења карактерише мноштво параметара и њихових интеракција, теоријско моделирање на бази физике процеса које укључује многа поједностављења и апроксимације, није довољно. Овај приступ често захтева сложене и софистициране приступе моделирања па је и примена теоријских модела у реалним производним условима доста ограничена. Са друге стране, емпиријски модели добијени на основу обраде података експерименталних истраживања применом регресионе анализе, вештачких неуронских мрежа, неуро-фази логике, као и Тагучијеве методологије налазе све већу примену у пракси. Тежећи ка адаптивној и флексибилној производњи, нарочито при обради нових материјала, предност се свакако може дати вештачким неуронским мрежама које имају способност учења и прилагодљивости.

Предмет истраживања докторске дисертације је истраживање процеса ласерског сечења са циљем да се установе и успоставе математичке релације између квалитета реза и параметара процеса. При планирању експеримента користиће се савремена метода - Тагучијева метода планирања експеримента. Поред математичког моделирања које ће бити засновано на примени вештачких неуронских мрежа, применом класичних и метахеуристичких метода оптимизације биће идентификовани оптимални параметри према критеријумима оптимизације као што су квалитет реза, производност и трошкови.

У првом делу рада биће дат осврт на досадашња експериментална истраживања у области CO_2 ласерског сечења која су се бавила анализом утицаја параметара процеса на карактеристике квалитета реза. Посебна пажња биће посвећена анализи примене теорије планирања експеримента као и примене метода вештачке интелигенције за математичко моделирање процеса којима се успостављају корелације између улазних (независних) и излазних (зависних) променљивих. У оквиру другог дела рада биће дат теоријски приказ и анализа процеса ласерског сечења као и анализа утицајних параметара. У овом делу биће разматране карактеристике квалитета реза код ласерског сечења као што су геометрија реза, квалитет површине реза, висина троске, управност страница реза, ширина зоне топлотног утицаја итд. За потребе рада, у трећем делу ће се извршити експериментална истраживања квалитета реза код ласерског сечења применом Тагучијевих ортогоналних планова. Анализираће се утицај снаге ласера, брзине сечења, притиска помоћног гаса и положаја фокуса на квалитет реза (геометрија реза, хрпаваост површине реза, висина троске, зона топлотног утицаја) код CO_2 ласерског сечења нерђајућег челика X5CrNi1810. У четвртном делу рада, користећи експерименталне податке из реалних индустријских услова, успоставиће се функционалне зависности између карактеристика квалитета реза и параметара процеса математичким моделирањем помоћу вештачких неуронских мрежа. На основу ових модела биће извршена свеобухватна анализа утицаја параметара и њихових интеракција на карактеристике квалитета реза. У петом делу рада ће се применом савремених и метахеуристичких оптимизационих метода извршити оптимизација параметара процеса према критеријумима оптимизације као што су квалитет реза, производност и трошкови.

Истраживања везана за дисертацију обухватиће методе експерименталног истраживања, статистичке анализе и методе вештачке интелигенције за моделирање и оптимизацију процеса ласерског сечења. Експериментална истраживања биће извршена у

оквиру научно-истраживачког пројекта у оквиру програма технолошког развоја под називом: „Истраживање примене савремених неконвенционалних технологија у производним предузећима са циљем повећања ефикасности коришћења, квалитета производа, смањења трошкова и уштеде енергије и материјала”. Пројекат је финансиран од стране Министарства просвете и науке Републике Србије. Евиденциони број пројекта је ТР35034, време реализације пројекта је 2011-2014. Руководилац пројекта је проф. др Мирослав Радовановић.

3.2. Научни циљеви дисертације

Научни циљеви докторске дисертације су:

- Израда математичких модела, којима се одређују карактеристике квалитета реза у зависности од параметара процеса ласерског сечења, заснованих на вештачким неуронским мрежама,
- Развој технолошког процесора за одређивање параметара процеса ласерског сечења за дати материјал, дебљину и прописане захтеве у вези предмета обраде,
- Развој технолошког процесора за одређивање времена и трошкова обраде,
- Развој софтвера за оптимизацију параметара процеса ласерског сечења са аспекта квалитета реза.

3.3. Научни доприноси дисертације

Научни доприноси докторске дисертације биће:

- Дефинисање карактеристике квалитета реза у зависности од параметара процеса ласерског сечења,
 - Израда софтвера за одређивање параметара процеса ласерског сечења,
 - Израда софтвера за одређивање времена и трошкова обраде,
 - Израда софтвера за оптимизацију параметара процеса ласерског сечења,
- Докторска дисертација треба да подстакне рад на истраживању, развоју и примени савремених неконвенционалних технологија обраде у производним предузећима Србије.

3.4. Оквирни садржај докторске дисертације

1. Увод
2. Преглед стања истраживања и идентификација подручја истраживања
3. Принцип ласерског сечења
4. Параметри процеса ласерског сечења
5. Перформансе процеса ласерског сечења
6. Експериментално истраживање карактеристика квалитета реза
7. Математичко моделирање процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције
8. Оптимизација параметара ласерског сечења применом савремених и метахеуристичких оптимизационих метода
9. Изградња софтвера за одређивање параметара процеса ласерског сечења, софтвера за одређивање времена и трошкова обраде и софтвера за оптимизацију параметара процеса ласерског сечења
10. Закључна разматрања и препоруке за даља истраживања у области ласерског сечења
11. Литература

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу напред наведене анализе научне заснованости теме докторске дисертације и досадашњих постигнутих резултата кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

- Кандидат Милош Мадић, дипл. инж. маш., формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Кандидат је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем.
- Предложена тема „Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције” јесте научно заснована.
- Истраживања кандидата у области предложене теме већ су дала оргиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима међународног значаја.
- Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у виду оригиналног рада нивоа докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације именује се др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, који је сагласан са овим предлогом.

На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да Милошу Мадићу, дипл. инж. маш. истраживачу сараднику Машинског факултета Универзитета у Нишу, одобри израду докторске дисертације под радним називом: **„Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције”**

У Нишу, Београду и Крагујевцу,
август 2012. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Велибор Маринковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Љубодраг Тановић, редовни професор Машинског факултета у Београду
(ужа научна област: Производно машинство)

Др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Богдан Недић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област: Производно машинство)

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу напред наведене анализе научне заснованости теме докторске дисертације и досадашњих постигнутих резултата кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

- Кандидат Милош Модић, дипл. инж. маш., формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Кандидат је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем.
- Предложена тема „Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције” јесте научно заснована.
- Истраживања кандидата у области предложене теме већ су дала оригиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима међународног значаја.
- Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у виду оригиналног рада нивоа докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације именује се др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, који је сагласан са овим предлогом.


На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да Милошу Модићу, дипл. инж. маш. истраживачу сараднику Машинског факултета Универзитета у Нишу, одобри израду докторске дисертације под радним називом: **„Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције”**

У Нишу, Београду и Крагујевцу,
август 2012. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Велибор Маринковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије),


Др Љубодраг Тановић, редовни професор Машинског факултета у Београду
(ужа научна област: Производно машинство)

Др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Богдан Недић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област: Производно машинство)

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу напред наведене анализе научне заснованости теме докторске дисертације и досадашњих постигнутих резултата кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

- Кандидат Милош Модић, дипл. инж. маш., формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Кандидат је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем.
- Предложена тема „Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције” јесте научно заснована.
- Истраживања кандидата у области предложене теме већ су дала оригиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима међународног значаја.
- Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у виду оригиналног рада нивоа докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације именује се др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, који је сагласан са овим предлогом.

На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да Милошу Модићу, дипл. инж. маш. истраживачу сараднику Машинског факултета Универзитета у Нишу, одобри израду докторске дисертације под радним називом: **„Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције”**

У Нишу, Београду и Крагујевцу,
август 2012. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Велибор Маринковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Љубодраг Тановић, редовни професор Машинског факултета у Београду
(ужа научна област: Производно машинство)

Др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Богдан Недић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област: Производно машинство)

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу напред наведене анализе научне заснованости теме докторске дисертације и досадашњих постигнутих резултата кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

- Кандидат Милош Мадић, дипл. инж. маш., формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Кандидат је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем.
- Предложена тема „Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције” јесте научно заснована.
- Истраживања кандидата у области предложене теме већ су дала оригиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима међународног значаја.
- Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у виду оригиналног рада нивоа докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације именује се др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, који је сагласан са овим предлогом.

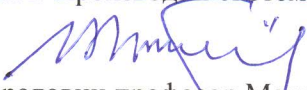
На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да Милошу Мадићу, дипл. инж. маш. истраживачу сараднику Машинског факултета Универзитета у Нишу, одобри израду докторске дисертације под радним називом: **„Математичко моделирање и оптимизација процеса ласерског сечења применом метода вештачке интелигенције”**

У Нишу, Београду и Крагујевцу,
август 2012. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

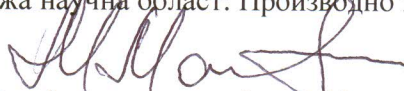


Др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)



Др Велибор Маринковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Љубодраг Тановић, редовни професор Машинског факултета у Београду
(ужа научна област: Производно машинство)



Др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Производни системи и технологије)

Др Богдан Недић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област: Производно машинство)